

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-212247

(P2001-212247A)

(43) 公開日 平成13年 8 月 7 日 (2001. 8. 7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

A 6 1 N 1/30  
1/04

A 6 1 N 1/30  
1/04

4 C 0 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-23879(P2000-23879)

(22) 出願日 平成12年 2 月 1 日 (2000. 2. 1)

(71) 出願人 000003964

日東電工株式会社

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 金原 松郎

大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東  
電工株式会社内

(74) 代理人 100080791

弁理士 高島 一

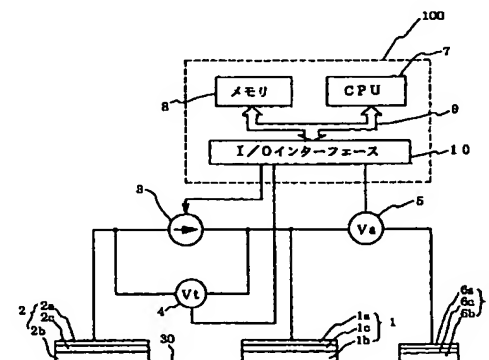
Fターム(参考) 4C053 BB04 BB21 BB32 HH02 HH04

(54) 【発明の名称】 イオントフォレーシス用の装置

(57) 【要約】

【課題】 皮膚にダメージが加わるような通電状態に移行するのを未然に察知して、皮膚にダメージが加わる前に通電が停止するイオントフォレーシス用の装置を提供する。

【解決手段】 陽極用と陰極用の一対の電極手段 1、2 間に定電流電源 3 から電流が印加され、定電流電源 3 と並列に電圧計 4 が接続され、当該電圧計 4 により通電時の回路の全体電圧  $V_t$  が測定される。陽極用の電極手段 1 には参照用電極手段 6 が接続され、これらの間に電位計 5 が挿入されている。マイコン 100 に定電流電源 3、電圧計 4、電位計 5 が接続され、通電中に、陽極用電極手段 1 の電極金属 1a、1c 近傍の電解質イオンが枯渇しはじめる、または、陰極用電極手段 2 の電極金属 2a、2c が脱落または枯渇すると、CPU 7 が所定の制御プログラムに従って定電流電源 3 への通電を停止するよう制御する。



- |            |                |
|------------|----------------|
| 1 陽極用電極手段  | 8 参照用電極手段      |
| 1a、1c 電極金属 | 6a、6c 電極金属     |
| 1b 電解質層    | 6b 電解質層        |
| 2 陰極用電極手段  | 7 CPU          |
| 2a、2c 電極金属 | 8 メモリ          |
| 2b 電解質層    | 9 システムバス       |
| 3 定電流電源    | 10 I/Oインターフェース |
| 4 電圧計      | 100 マイクロコンピュータ |
| 5 電位計      |                |

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 生体外皮に配置される陽極用と陰極用の一対の電極手段と、該一対の電極手段間に定電流を印加する電源とを有し、前記電極手段に保持された電解質溶液中のイオンを生体外皮を通して生体へ導入するイオントフォレーシス用の装置であって、通電の継続により陽極用電極手段の電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめるときの電位変化、または、陰極用電極手段の電極金属が脱落若しくは枯渇したときの電位変化を検出して、電源から前記電極手段間への定電流の印可を停止させる通電停止手段を設けたことを特徴とするイオントフォレーシス用の装置。

【請求項2】 通電停止手段は、

通電電流に基づいて、陽極用電極手段の電位をモニタする間隔、陰極用電極手段の電位をモニタする間隔、および陰極用電極手段の電極金属が脱落または枯渇したときの電位のジャンプアップを検出するための閾値電位を設定する手段と、

前記設定されたモニタ間隔で、陽極用電極手段の電位をモニタし、陽極用電極手段に電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめることにより生ずる電位の急上昇が生じているかを判定する第1の判定作業と、陰極用電極手段の電位をモニタし、陰極用電極手段に電極金属が脱落若しくは枯渇したときの電位のジャンプアップが生じているかを前記設定された閾値電位に基づいて判定する第2の判定作業とを実行して、陽極用電極手段および陰極用電極手段のいずれか一方に前記電位変化が認められた場合に電源に通電停止信号を出力する手段とを含むものである請求項1記載のイオントフォレーシス用の装置。

【請求項3】 生体外皮に配置されるが通電されない参照用電極手段を設けて、陽極用電極手段の電位および陰極用電極手段の電位が生体を基準電位にしてモニタされる構成としている請求項1又は2記載のイオントフォレーシス用の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は通電の継続により陽極側の電極構造体の電極金属イオンが溶出して皮膚へ侵入したり、陰極側の電極構造体の電解質のpHが強アルカリ側に変化することによって皮膚が損傷したりするのを防止できるイオントフォレーシス用の装置に関する。

【0002】

【従来の技術】イオントフォレーシスは、一対の電極手段、すなわち、それぞれが電極金属と電解質溶液とからなる陽極用の電極手段（以下、陽極用電極手段と称す）と陰極用の電極手段（以下、陰極用電極手段と称す）を、生体外皮（以下、皮膚ともいう）に配置し、これら一対の電極手段間に電源より定電流を印加して、電流によって電極手段に含まれるイオンを生体外皮を通して生体内に導入する方法である。

【0003】イオントフォレーシスは従来から主に薬剤の投与に使用されており、近年においても、精力的に研究が進められているが、実際の適用例は短時間投与（一般に通電時間が5～20分間）を前提とする局所薬の投与に限られている。これは、長時間かけて全身薬（麻酔薬、鎮痛薬、ペプチド薬（例えば、インスリン等）等を投与する可能性の検討も、動物実験レベルでは行われているものの、通電時間が概ね1時間を越えるような長時間の通電を行うと、皮膚にダメージが加わるこ

とがしばしば観察され、安全性が十分でないためである。

【0004】すなわち、通電を長時間継続すると、電極手段の電気化学的な変化が起こり、陰極用電極手段では、電解質溶液が強アルカリ性に变化して、化学的火傷を発生し、また、陽極用電極手段では、電極金属近傍の陰イオンの枯渇により、電極金属がイオン化して電解質溶液へ溶出するようになり、電極金属イオンが皮膚中に侵入するという問題が発生する。かかる陽極用電極手段での皮膚への電極金属イオンの侵入は電極金属にAgを用いた場合に顕著である。

【0005】しかし、これらの問題は、通電を長時間継続する結果生じる問題であり、逆に言えば、これらの問題が発生するまでは薬物を安全に投与できるのであるから、これらの問題が発生する通電状態を未然に察知し、これらの問題が発生する前に通電が自動的に停止されるようにすれば、皮膚にダメージが加わることなく、比較的長い時間、薬物の投与を行うことができる。また、通電の停止後に電極構造体を未使用のものに取り換えて、再度通電することにより、薬剤の投与時間をさらに延長できる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記事情に鑑み、皮膚にダメージが加わるような通電状態に移行するのを未然に察知して、皮膚にダメージが加わる前に通電が停止されるイオントフォレーシス用の装置を提供することを課題としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意研究した結果、通電の継続により陽極用電極手段の電解質溶液中のイオンが枯渇しはじめ、これに伴って電極金属がイオン化して液中に溶出すると、陽極用電極手段の電位が急上昇すること（陽極用電極手段の電位の上昇勾配が急峻になること）、通電の継続により陰極用電極手段の電極金属が枯渇または脱落して、電解質溶液のpHが変化すると、これに伴って陰極用電極手段の電位が0.5～1.5V程度ジャンプアップすること、および、生体外皮に配置されるが通電されない参照用電極手段を設けることにより、陽極用電極手段および陰極用電極手段の電位変化を精度良くモニタできることを知見し、かかる知見に基づき本発明を完成させた。すなわち、本発明は以下の構成からなる。

【0008】(1) 生体外皮に配置される陽極用と陰極用の一対の電極手段と、該一対の電極手段間に定電流を印加する電源とを有し、前記電極手段に保持された電解質溶液中のイオンを生体外皮を通して生体へ導入するイオントフォレーシス用の装置であって、通電の継続により陽極用電極手段の電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめるときの電位変化、または、陰極用電極手段の電極金属が脱落若しくは枯渇したときの電位変化を検出して、電源から前記電極手段間への定電流の印可を停止させる通電停止手段を設けたことを特徴とするイオントフォレーシス用の装置。

(2) 通電停止手段は、通電電流に基づいて、陽極用電極手段の電位をモニタする間隔、陰極用電極手段の電位をモニタする間隔、および陰極用電極手段の電極金属が脱落または枯渇したときの電位のジャンプアップを検出するための閾値電位を設定する手段と、前記設定されたモニタ間隔で、陽極用電極手段の電位をモニタし、陽極用電極手段に電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめることにより生ずる電位の急上昇が生じているかを判定する第1の判定作業と、陰極用電極手段の電位をモニタし、陰極用電極手段に電極金属が脱落若しくは枯渇したときの電位のジャンプアップが生じているかを前記設定された閾値電位に基づいて判定する第2の判定作業とを実行して、陽極用電極手段および陰極用電極手段のいずれか一方に前記電位変化が認められた場合に電源に通電停止信号を出力する手段とを含むものである上記

(1) 記載のイオントフォレーシス用の装置。

(3) 生体外皮に配置されるが通電されない参照用電極手段を設けて、陽極用電極手段の電位および陰極用電極手段の電位が生体を基準電位にしてモニタされる構成としている上記(1)又は(2)記載のイオントフォレーシス用の装置。

【0009】なお、上記「電位が0.5~1.5V程度のジャンプアップする」とは、イオントフォレーシスにおける電流密度が0.1~0.5mA/cm<sup>2</sup>程度の一般的な通電状態において、数分程度の間に電位が0.5~1.5V程度上昇する現象を意味している。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明のイオントフォレーシス用の装置の一例の概略図である。陽極用電極手段1と陰極用電極手段2は、所定間隔を空けて、生体の所望の部位の外皮(皮膚)に配置される。これら陽極用電極手段1および陰極用電極手段2は導電線を介して定電流電源3に電気的に接続されており、該定電流電源3からイオン導入に必要な電流が印加される。

【0011】陽極用電極手段1はシート状の電極金属1a、1cを積層し、さらに電解質層1bを積層して構成され、陰極用電極手段2はシート状の電極金属2a、2cを積層し、さらに電解質層2bを積層して構成されて

いる。電解質層1b、2bは、基本的に電解質溶液と当該電解質溶液を層全体に均一に存在させ得る物質とからなる層であり、一般に、電解質溶液を保持し得る材料からなる層に、電解質溶液を保持させる。若しくは、電解質溶液をゲル化剤でゲルにし、当該ゲルを電極上に層状に成形する、等して形成されている。陽極用電極手段1および陰極用電極手段2の大きさは、イオン導入を行う生体の部位、導入するイオン等によっても異なるが、それぞれ、一般に2~400cm<sup>2</sup>、好ましくは4~200cm<sup>2</sup>であり、また、離間させる間隔は、一般に2~20cmである。

【0012】参照用電極手段6は上記陽極用電極手段および陰極用電極手段と同様にシート状の電極金属6a、6cと電解質層6bとの積層体からなり、陽極用電極手段1と導電線を介して電気的に接続され、生体の任意の箇所の外皮に配置されている。当該参照用電極手段6は生体を基準電位にして陽極用電極手段1の電位が測定されるようにするためのものであり、それ自体に電流は印可されない。また、生体の電位を示すに必要な面積であればよく、一般に面積は0.2~10cm<sup>2</sup>程度、好ましくは1~4cm<sup>2</sup>程度である。

【0013】電圧計4が定電流電源3と並列に接続され、当該電圧計4により、通電時の回路全体にかかる全体電圧V<sub>t</sub>が測定される。また、参照用電極手段6と陽極用電極手段1の間には電位計5が挿入されており、当該電位計5により陽極用電極手段1の電位が生体を基準電位にして精度良く測定される。なお、後述するように、本例の装置では、陰極用電極手段2の電位V<sub>c</sub>は全体電圧V<sub>t</sub>から陽極用電位V<sub>a</sub>を差し引いて求めるので、参照用電極手段6を有することで、陰極用電極手段2の電位も精度良く得られることになる。

【0014】本装置の制御系は、マイクロコンピュータ(以下、マイコンという。)100を中心に構成され、このマイコン100に、定電流電源3、電圧計4、電位計5、及び図示しない操作パネルが接続されている。マイコン100は、CPU7と、このCPU7にシステムバス9を介して接続されたメモリ8、I/Oインターフェース10等を有している。CPU7は所定の制御プログラムに従って、構成各部を制御し、装置の動作を統合管理する装置の心臓部である。メモリ8は、後述のフローチャートに対応する制御プログラム及び制御データ等が予め格納されたROMと、ワーキングエリアとして機能するRAMを備えている。I/Oインターフェース10はA/D変換器等を備え、構成各部とCPU7との間で制御コマンド、データ等の受け渡しをする。

【0015】図示しない操作パネルのスタートボタンからの開始信号により、設定された通電電流によってイオントフォレーシス動作が開始する。開始と同時に、通電電流値から、メモリ8(ROM)に予め記憶された変換式に基づいて、陽極用電極手段1の電位をモニタする間

隔、陰極用電極手段2の電位をモニタする間隔、および、陰極用電極手段2における電極金属が脱落または枯渇したときの電位のジャンプアップを検出するための閾値電位 $V_{csh}$ が設定され、これらがメモリ8(RAM)に記憶される。

【0016】前記設定された間隔(陽極用電極手段1の電位をモニタする間隔)で、電位計5で測定される陽極用電極手段1の電位 $V_a$ がサンプリングされ、その都度、電位 $V_a$ がメモリ8(ROM)に予め記憶されている判定式に当てはめられて、陽極用電極手段1に電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめるときに生じる電位の急上昇が生じているかが判定される(第1の判定作業)。また、前記設定された間隔(陰極用電極手段2の電位をモニタする間隔)で、陽極用電極手段1の電位 $V_a$ と全体電圧 $V_t$ がサンプリングされ、その都度、全体電圧 $V_t$ と陽極用電極手段1の電位 $V_a$ から陰極用電極手段2の電位 $V_c (=V_t - V_a)$ が算出され、当該電位 $V_c$ とメモリ8(RAM)に記憶されている閾値電圧 $V_{csh}$ を判定式に当てはめ、陰極用電極手段2に電極金属が枯渇または脱落したときに生じる電位のジャンプアップが生じているかが判定される(第2の判定作業)。これら第1の判定作業と第2の判定作業とは平行して行われる。

【0017】上記一定間隔で行われる判定作業で、陽極用電極手段1の電位の急上昇または陰極用電極手段2の電位のジャンプアップが認められた時点で、定電流電源3に通電停止信号が出力し、定電流電源3は陽極用電極手段1および陰極用電極手段2への電流の印加を停止する。

【0018】図2、図3は通電開始から停止までの動作の一例を示すフローチャートであり、図2は陽極用電極構造体の電位の急上昇を検出して通電停止を行うフローチャート、図3は陰極用電極構造体の電位のジャンプアップを検出して通電停止を行うフローチャートである。

【0019】メモリ8(ROM)に予め記憶されたプログラム(設定された通電電流値及び陽極用電極手段の面積から電流密度 $I_d$ を算出し、当該電流密度 $I_d$ を変換式( $T_s = 1/I_d$ )で陽極用電極手段の電位 $V_a$ および陰極用電極手段の電位 $V_c$ をサンプリングする間隔 $T_s$ に変換するためのプログラム)に基づいてサンプリング間隔 $T_s$ が設定される(図2、3のS1)。変換式に $T_s = 1/I_d$  [ $I_d$ :電流密度]を用いるのは、判定処理のしやすいサンプリング間隔を得るためである。

【0020】陽極用電極手段側では(図2)、上記サンプリング間隔 $T_s$ が設定されると、直ちに設定されたサンプリング間隔 $T_s$ で陽極用電極手段の電位 $V_a$ のサンプリングを開始し(S2)、2回目のサンプリングの電位 $V_a$ を初期電位 $V_{as}$ に設定し(S3)、サンプリング毎に式: $V_{ai} > V_{as} + (V_{as}/2)$  [ $V_{ai}$ は*i*回目のサンプリングの電位(*i*は自然数)]の関係式が成立する

可否かを判定し(S4)、前記関係式が成立したと判断したら通電停止信号を出力する(S5)。ここで、判定式を $V_{ai} > V_{as} + (V_{as}/2)$ としているのは、イオントフォーレンスにおける電流密度が0.1~0.5mA/cm<sup>2</sup>程度の一般的な通電において、陽極用電極手段の電位が初期電位の1.5倍に達していると、電極金属近傍の電解質イオンが枯渇しはじめることにより生じる電位 $V_a$ の急上昇が生じているためである。

【0021】陰極用電極手段側では(図3)、前記サンプリング間隔 $T_s$ が設定されると、これに続いて、電流密度 $I_d$ が、式: $V_{csh} = 0.25 I_d + 0.25$ に基づいて、閾値電圧 $V_{csh}$ に変換される(S2)。この変換は、式( $V_{csh} = 0.25 I_d + 0.25$ )に基づいて電流密度 $I_d$ を閾値電圧 $V_{csh}$ に変換するためのプログラムがメモリ8(ROM)に予め記憶されており、このプログラムに基づいて実行される。

【0022】上記閾値電圧 $V_{csh}$ の変換作業(S2)後、設定されたサンプリング間隔 $T_s$ で陰極用電極手段の電位 $V_c$ (実際には陽極用電極手段の電位 $V_a$ および全体電圧 $V_t$ )のサンプリングが開始され(S3)、2回目のサンプリングの電位 $V_c$ が初期電位 $V_{cs}$ に設定され(S4)、サンプリング毎に、 $V_{ci} > V_{cs} + (V_{csh}/2)$  [ $V_{ci}$ は*i*回目のサンプリングの電位(*i*は自然数)]の関係式、若しくは、 $\Delta V_{ci} > V_{csh}/2$  [但し、 $\Delta V_{ci} = V_{ci} - V_{c(i-1)}$ ]の関係式が成立する可否かを判定し(S5)、前記関係式が成立したと判断したら通電停止信号を定電流電源3へ出力する(S6)。

【0023】以上の説明から明らかなように、CPU7及びその制御プログラムが、通電停止手段(設定手段、判定手段、停止信号出力手段)を構成している。

【0024】以上の動作例では、陽極用電極手段1の電位および陰極用電極手段2の電位をモニタする間隔(サンプリング間隔)を同間隔にしているが、陽極用電極手段1の電位をモニタする間隔(サンプリング間隔)と、陰極用電極手段2の電位をモニタする間隔(サンプリング間隔)とを、互いに異なる変換式により、異なる間隔に設定してもよい。

【0025】また、本例の装置では、陽極用電極手段1の電位および陰極用電極手段2の電位を一定の間隔でモニタしているが、本発明では、陽極用電極手段の電位および陰極用電極手段の電位を常時モニタするようにしてもよい。

【0026】本発明の装置において、定電流電源3は陽極用電極手段1と陰極用電極手段2間に定電流を印加し得るものであればよいが、通常、直流定電流電源が使用される。具体的には、トランジスタの定電流特性を利用した簡易定電流回路や、OPアンプを使った高精度の定電流回路が挙げられる。

【0027】陽極用電極手段1の電極金属としては、電気化学的変化の点から銀を含むものが好ましく、具体的

には、銀箔、銅箔に銀メッキ層を形成してなるもの、ポリエチレンテレフタレートフィルム等の樹脂フィルム表面に導電性銀塗料を塗布したもの等が挙げられる。また、陰極用電極手段の電極金属としては、電解質層中の電解質溶液のpH変化を抑制する観点から、表面に塩化銀(AgCl)を付着させたものが使用される。具体的には、銀メッキ層を食塩水中で電解して塩化銀層を形成してなるもの等が挙げられる。また、参照用電極手段6の電極金属としては、導電性の点から銀を含むものが好ましく、例えば、上記陽極用電極手段1または陰極用電極手段2の具体例として挙げたのものと同じものが使用される。

【0028】陽極用電極手段1及び陰極用電極手段2の電解質層1b、2bに含有させる電解質(イオン性物質)としては、イオントフォーシスにより生体へ導入し得るものとして知られている公知の電解質を使用できる。特に、薬剤の投与では、通電停止する毎に、陽極用電極手段及び陰極用電極手段を未使用のものに取り換え、再度通電を行うことで、全身麻酔薬(例、塩酸モルヒネ、フェンタル)、鎮痛薬(例、サリチル酸ナトリウム)、ペプチド薬(例、インスリン、カルシトニン、パゾプレッシン、LH-RHTRH、ACTH、ANF、CCK、 $\beta$ -エンドルフィン、エンケファリン、グルカゴン、MIF、MSH、PTH、ソマトスタチン、インターフェロン等)等のイオン性の全身薬も、皮膚にダメージが加わることなく、長期間投与できる。

【0029】電解質層1b、2bを、電解質溶液を保持し得る材料からなる層に、電解質溶液を保持させる態様で形成する場合の電解質溶液を保持し得る材料としては、例えば、吸水紙等の紙目、ガーゼ等の布目、脱脂綿等の繊維目、合成樹脂発泡体、吸水性樹脂等のスポンジ乃至多孔質材等が挙げられる。また、電解質層1b、2bを、電解質溶液をゲル化剤でゲルにし、当該ゲルを電極上に層状に成形する態様で形成する場合のゲル化剤としては、例えば、澱粉、カラヤガム、トラガントガム、キサンタンガム等の天然物多糖類；ポリN-ビニルアセトアミド(PNVA)、ポリビニルアルコール部分ケン化物、ポリビニルホルマール、ポリビニルメチルエーテルおよびそのコポリマー、ポリビニルピロリドン、ポリビニルメタクリレート等のビニル系樹脂；ポリアクリル酸エステル部分ケン化物、ポリ(アクリル酸-アクリルアミド)等のアクリル系樹脂等の、親水性を有する各種天然物多糖類または合成樹脂類が挙げられる。電解質層1b、2bの厚みは通常0.5~5mm程度、好ましくは1~3mm程度である。

【0030】薬剤の投与では、通常、投与する薬剤(イオン)が陽イオンの場合、陽極側電極手段1の電解質層1bにおける電解質溶液に薬剤水溶液を用い、陰極側電極手段2の電解質層2bにおける電解質溶液に生理食塩水が用いられ、薬剤(イオン)が陰イオンの場合、陰極

側電極手段2の電解質層2bにおける電解質溶液に薬剤水溶液が用いられ、陽極側電極手段1の電解質層1bにおける電解質溶液に生理食塩水が用いられる。

【0031】参照用電極手段6の電解質層6bにおける電解質溶液は通常生理食塩水であり、電解質溶液を保持し得る材料としては、陽極用電極手段1及び陰極用電極手段2のそれと同様のものが使用される。

【0032】

【実施例】以下、実施例を挙げて本発明を具体的に説明する。

#### 実施例1

電極手段①(陽極用)：銀箔を食塩水中で16mAで20分間電解して塩化銀層を形成したもの(縦20mm×横20mm×厚み0.03mm)の塩化銀層に、澱粉を10重量%含有させてゲル化した2%、塩酸リドカイン水溶液のゲル層(厚み2mm)を積層した積層体

電極手段②(陰極用)：銀箔を食塩水中で16mAで20分間電解して塩化銀層を形成したもの(縦20mm×横20mm×厚み0.03mm)の塩化銀層に、澱粉を10重量%含有させてゲル化した0.9%生理食塩水のゲル層(厚み2mm)を積層した積層体

電極手段③(参照用)：銀箔に銀メッキを施しさらに食塩水中で銀メッキ層を電解して塩化銀層を形成したもの(縦10mm×横10mm×厚み0.03mm)の塩化銀層に、澱粉を10重量%含有させてゲル化した0.9%生理食塩水のゲル層(厚み2mm)を積層した積層体

【0033】陽極用電極手段、陰極用電極手段、及び参照用電極手段に、それぞれ上記①~③の電極手段を適用した図1の構成の装置を使用し、兎の背中の皮膚に、陽極用電極手段と陰極用電極手段とを3cm離間させて配置し、参照用電極手段を1.6mAの皮膚に当て、通電電流を1.6mAに設定して通電して、塩酸リドカインの投与を行った。その結果、通電開始から20分後に通電が停止した。通電停止後、皮膚の陰極用電極手段を配置していた箇所を観察したところ、化学的火傷は認められなかった。また、皮膚の陰極用電極手段を配置していた箇所への銀イオンの侵入を調べたが、銀イオンの侵入は認められなかった。

【0034】さらに、陽極用電極手段、陰極用電極手段、及び参照用電極手段を、それぞれ未使用の上記①~③の電極手段に取り換え、再度上記と同様の通電条件下で通電をしたところ、通電開始から20分後に通電が停止した。上記と同様に、通電後の皮膚の陰極用電極手段を配置していた箇所には化学的火傷は認められず、陰極用電極手段を配置していた箇所での銀イオンの侵入も認められなかった。また、塩酸リドカインの局所麻酔効果は2回とも顕著に現れていた。

【0035】

【発明の効果】以上の説明により明らかなように、本発明のイオントフォーシス用の装置では、陽極側電極手

10

20

30

40

50

段の電解質溶液中のイオンが枯渇しはじめることによる電位の急上昇および陰極側電極手段の電極金属の枯渇または脱落による電位のジャンプアップを検出できるようにし、いずれか一方を検出すると直ちに通電が停止されるようにしている。陽極側電極手段の電極金属イオンの皮膚への侵入や陰極側電極手段の電解質溶液のpH変化による化学的火傷を起こすことなく、生体へのイオンを導入できる。また、特に、薬剤の投与において、通電停止後に電極構造体を未使用のものに取り替えて、再度通電を行うことにより、薬剤の投与を続行でき、皮膚にダメージが加わることなく全身薬を投与することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のイオントフォレーシス用の装置の一例の概略図である。

【図2】本発明のイオントフォレーシス用の装置において陽極用電極構造体の電位の急上昇を検出して通電停止を行うフローチャートの一例である。

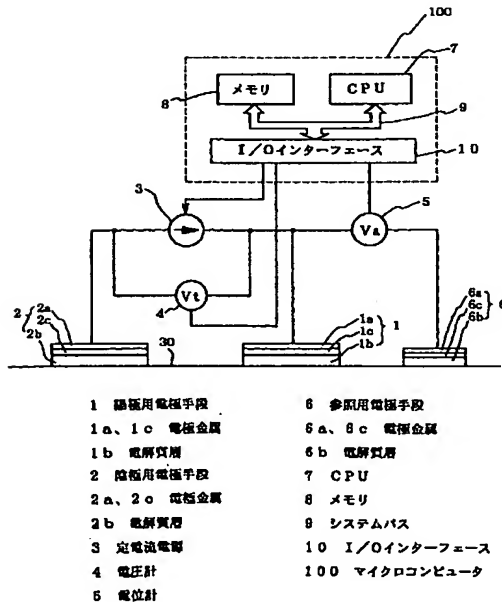
【図3】本発明のイオントフォレーシス用の装置において陰極用電極構造体の電位のジャンプアップを検出して\*

\*通電停止を行うフローチャートの一例である。

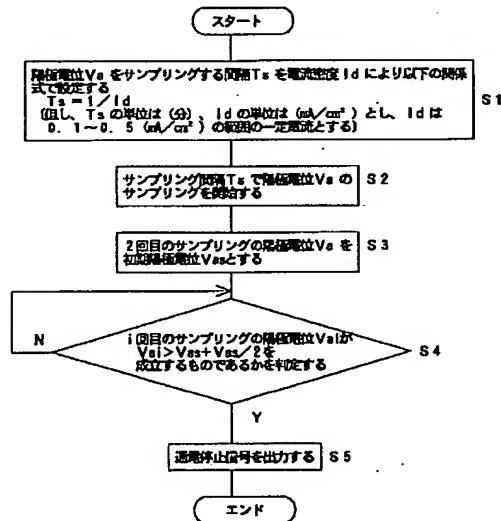
【符号の説明】

- 1 陽極用電極手段
- 1a、1c 電極金属
- 1b 電解質層
- 2 陰極用電極手段
- 2a、2c 電極金属
- 2b 電解質層
- 3 定電流電源
- 4 電圧計
- 5 電位計
- 6 参照用電極手段
- 6a、6c 電極金属
- 6b 電解質層
- 7 CPU
- 8 メモリ
- 9 システムバス
- 10 I/Oインターフェース
- 100 マイクロコンピュータ

【図1】



【図2】



【図3】

